43° Convegno Internazionale
dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione
Congresso della Unione Italiana per il Disegno – Atti 2022

Processi di segmentazione e classificazione di viabilità urbana tra analisi ed accessibilità

Tomás Enrique Martínez Chao

Abstract

La comunità internazionale e le associazioni per lo sviluppo sostenibile chiedono alla comunità scientifica di creare alternative per promuovere il progresso, la sicurezza e l'accessibilità delle persone nelle città. In questa direzione, le discipline del disegno e della rappresentazione digitale, come altri settori, dispone di nuovi approcci e strumenti necessari per concorrere a raggiungere questi scopi, e a sua volta creare nuove e migliori opzioni per il bene dello sviluppo tecnologico e dell'informazione. Per tal motivo, questo lavoro propone una metodologia sperimentale dove, con l'uso di algoritmi di segmentazione e classificazione delle immagini, sia possibile estrarre informazioni circa la consistenza superficiale delle pavimentazioni nei percorsi urbani, finalizzata all'implementazione di una più ampia ricerca orientata alla creazione di piattaforme informative sia per gli enti che per gli utenti che intendono utilizzare percorsi pedonali, con l'obiettivo di promuovere una mobilità sana, sicura e un accesso universale e inclusivo alle infrastrutture pedonali e agli spazi pubblici di maggiore interesse per tutti, attraverso l'uso integrato di tecnologie per l'acquisizione, l'analisi e la condivisione delle informazioni.

Parole chiave
Segmentazione, classificazione, percorsi urbani, nuvole di punti, intelligenza artificiale

Mobilità sicura ed inclusiva. Immagine dell'autore.

doi.org/10.3280/oa-832-c164

Il disegno come strumento per l'analisi e la interpretazione dei percorsi

¨Un percorso urbano, [...] è strettamente connesso alle condizioni ambientali di carattere immateriale, non solo fisiche e volumetriche. Basti pensare alle diverse sensazioni che proviamo percorrendo una stessa strada di giorno o di notte [...] sia che ci muoviamo in macchina, sia che andiamo invece a piedi, percepiamo con chiarezza una diversa forma urbana¨ [Papa 2002, p. 66]. Così Cardone si riferisce ai percorsi urbani, per i quali l'interpretazione tra spazio e relazioni pubbliche per il benessere delle persone diviene un elemento qualificante. Sia che ci si confronti con percorsi carrabili che con percorsi specificamente destinati alla percorribilità pedonale, le strade dovrebbero essere parte dell'ambiente e di tali relazioni configurandosi come uno spazio che le motiva ad interagire con l'ambiente delle città [Mendzina 2020, p.80]. Accettando l'accezione precedentemente riportata, è possibile comprendere il ruolo che le infrastrutture stradali giocano nell'analisi e lo studio dei percorsi così da formare parte fondamentale nel processo di ricostruzione e controllo di questi. Peraltro, il controllo e l'azione che è necessario porre in essere a livello della sovrastruttura, se da un lato permette di prolungare la vita utile della sovrastruttura stessa, incide altresì nel migliorare la sicurezza di chi le utilizza. Più specificamente, nelle opere dedicate alla mobilità urbana, risulta quindi necessario non solo monitorarne l'usura e il deterioramento nel tempo, ma anche indirizzarne le eventuali azioni progettuali volte alla riqualificazione e all'ammodernamento. A voler porre, inoltre, attenzione, alla frazione delle sezioni stradali dedicate alla mobilità pedonale, è bene rilevare anche come, con la crescita delle città e l'aumento della loro popolazione, il numero di percorsi dedicati esclusivamente ai pedoni pare sottodimensionato e utilmente da aumentare, al punto da soddisfare una serie di requisiti che permettono loro di mantenere un'adeguata transitabilità e sicurezza per tutti, indipendentemente dalla loro condizione fisica. Peraltro, questo tipo di analisi è in linea con gli obiettivi proposti dalle Nazioni Unite [United Nations 2020], l'Agenda d'azione di Addis Abeba della terza conferenza internazionale sul finanziamento dello sviluppo e l'accordo di Parigi, secondo i quali stabiliscono le strategie per lo sviluppo sostenibile. Dove la trasformazione delle città in zone sostenibili e sicure per tutti è una delle basi dello sviluppo verso un migliore stile di vita in tutto il mondo. Con questi presupposti, nel presente lavoro si intende descrivere una metodologia per analizzare le condizioni dei percorsi pedonali al fine di migliorare la sicurezza dei pedoni e allo stesso tempo di accelerare gli interventi di riqualificazione.

La sistemazione dei percorsi urbani. Attualità e sfide connesse

La crescente necessità di un cambiamento sostanziale degli spazi urbani, intesi come componente efficace alla soluzione delle disuguaglianze sociali e del degrado della realtà attuale, presenta sfide senza precedenti per la comunità internazionale. Sia nell'Unione Europea che nel resto del mondo, le disuguaglianze di genere e territoriali, così come l'inclusione di tutti gli stereotipi delle persone, indipendentemente dalla loro condizione fisica, dal sesso o dall'età, si manifestano come un problema da risolvere. Peraltro, queste esigenze diventano più significative constatando che circa 3,5 miliardi di persone oggi vivono nelle città, una cifra che si prevede salirà a 5 miliardi entro il 2030, e si stima che il 95% del territorio urbano aumenterà nei prossimi decenni. Condizione che potrebbe richiedere un reinventare la città o, comunque, nuove strategie per poterne mantenere invariati i requisiti prestazionali per l'uso delle comunità. Di fronte a queste sfide, i 193 Stati membri delle Nazioni Unite, insieme a un gran numero di attori della società civile, del mondo accademico e del settore privato, si sono impegnati in un processo negoziale democratico, aperto e partecipativo, finalizzato nell'Agenda 2030, con i suoi 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e 169 mete, proclamata nel settembre 2015. L'Agenda 2030, presenta, in sintesi, una visione ambiziosa dello sviluppo sostenibile e integra le sue dimensioni economiche, sociali e ambientali. Per quanto concerne l'azione sugli spazi urbani e sulle relative reti di connessione, diviene cruciale il riferirsi al raggiungimento di parte dell'obiettivo 11 (Città e comunità sostenibili), che si concentra sul rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resistenti e sostenibili: di fatto, è uno specifico riferirsi ai percorsi urbani e gli spazi aperti.

Inoltre, associazioni come l'Access City Award che riconosce e celebra la volontà, la capacità e gli sforzi di una città per diventare più accessibile al fine di garantire la parità di accesso ai diritti fondamentali; migliorare la qualità della vita della sua popolazione e garantire che tutti, indipendentemente dall'età, dalla mobilità o dalla capacità, abbiano pari accesso a tutte le risorse e ai piaceri che le città hanno da offrire. [European Commission 2011], o quella di CIVITAS [CIVITAS 2020], dove una delle sue aree tematiche è la Mobilità Attiva, che consiste nel motivare i cittadini a scegliere di andare a piedi e in bicicletta e contribuire così al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità descritti nel Patto Verde Europeo [Europea 2014]. Queste associazioni ci hanno aiutato a identificare l'area specifica di interesse, in questo caso la mobilità urbana, l'accessibilità, l'inclusione e la sicurezza. Ma non si può parlare di questo tipo di mobilità se non si tiene conto delle persone più vulnerabili (donne, bambini, persone con disabilità e anziani), come sottolineato nel target 7 del suddetto obiettivo 11 (fig. 01). Tenendo presente che circa 87 milioni di persone soffrono di qualche forma di disabilità nell'UE e che anche la sua popolazione sta invecchiando, e che solo in Italia ci sono circa 3 milioni di persone disabili, la metà delle quali ha più di 75 anni, appare evidente come queste nuove e oramai non più emergenti categorie di utenza impongono nuovi paradigmi progettuali anche alla scala urbana, come pure nuovi indicatori che si impongono sull'attenzione e il monitoraggio della qualità delle opere architettoniche e di ingegneria che si innervano nella vita quotidiana delle comunità.

Fig. 01. Associazioni per la mobilità sicura. Immagine dell'autore.

In tal sensi, gli studi sulla qualità della vita delle persone con disabilità, almeno quelli misurabili in termini di soddisfazione, dipendono dal livello di attività e partecipazione che sperimentano proprio nella vita quotidiana. La partecipazione alla vita culturale o le visite ai musei e ai luoghi pubblici hanno un effetto positivo significativo sulle persone più vulnerabili, siano essi bambini, anziani o persone con disabilità. [ISTAT 2019]. Questo inserimento nella vita quotidiana è talvolta condizionato da fattori legati alle barriere architettoniche, alla mancanza di percorsi accessibili a tutti o semplicemente al mancato rispetto delle caratteristiche minime che un luogo pubblico deve avere per essere inclusivo e sicuro per tutti, influendo sull'inclusione sociale di queste persone. [Paolini 2020].
Configurandosi di fatto come "barriere architettoniche diffuse", il livello di deterioramento dei percorsi pedonali in molti casi è una delle cause fondamentali degli incidenti stradali dell'utenza dolce [Greco 2021], così come la cattiva condizione di transitabilità e in alcuni casi l'inesistenza di questi percorsi porta a un cattivo flusso di traffico per le persone con qualche grado di disabilità o anziani che hanno bisogno di un'attenzione speciale e di un'interazione più aperta con l'ambiente che li circonda.

Peraltro, tale problema non resta solo una criticità per l'utenza, ma diviene anche un elemento partecipante alla spesa pubblica da parte degli enti pubblici e gestori degli spazi, posto che la responsabilità di questi problemi vengo registrati, nel caso della Italia, specificamente all'interno del Codice civile, ex articolo 2051, secondo il quale è responsabilità del comune e/o ente responsabile del mantenimento e la custodia della condizione dei percorsi in caso di danni accidentali. Con tutto ciò, si può concludere che, se da un lato i percorsi urbani si definiscono come uno spazio pubblico che favorisce la salute e il benessere di tutti, ma soprattutto delle persone più vulnerabili, prestare particolare attenzione alla loro sicurezza, percorribilità e inclusione contribuirebbe all'obiettivo di raggiungere la sostenibilità delle città, dove l'uso delle nuove tecnologie contribuisce di forma diretta nella realizzazione di tale scopo.

L'impiego delle nuove tecnologie per lo studio dei percorsi urbani

Per dare risposta alle criticità evidenziate precedentemente sul tema, è stata impostata una sperimentazione volta all'implementazione di nuove tecnologie per l'acquisizione, l'analisi e la condivisione dell'informazione, per favorire l'accesso universale ed inclusivo alle infrastrutture pedonali e agli spazi pubblici di maggiore interesse. L'integrazione di diverse metodologie di rilevamento ha costituito la base per sviluppare un'analisi algoritmica propria del settore dell'intelligenza artificiale. Dall'analisi delle condizioni di transitabilità e usabilità dal punto di vista del disegno, condizioni strutturale e sicurezza si pensano estrarre delle classi e, a partire di queste, con l'aiuto di sistemi informativi geografici, creare dei database geo-referenziati, da dove il processo decisionale può essere facilitato quando si interviene o si utilizza un certo percorso (fig. 02).
Nello specifico il lavoro di ricerca pone le basi metodologiche ed operative per l'interpretazione semiautomatica, mediante algoritmi di segmentazione [Luo 2021, p. 104; Minaee 2021; D'Agostino 2021] e classificazione di nuvole di punti [Martínez 2021] ed immagini, degli elementi costitutivi dei percorsi urbani e pedonali così da identificarne le caratteristiche tipologiche e di degrado. In particolare, è stata presa in esame, come primo elemento prototipo, una pavimentazione in masselli autobloccanti in calcestruzzo, di forma rettangolare posti a spina di pesce [D'Agostino 2013, pp. 84-85]. Si tratta di pavimentazioni che, nel riscontro con i percorsi urbani presi in esami, hanno mostrato deterioramenti specifici come buche, fessure, deformazioni e rattoppi, a cui si aggiunge derivanti dall'assenza l'estensione limitata dei percorsi con la presenza di barriere architettoniche che impedisce o limita gli spostamenti o la fruizione degli utenti con disabilità motorie (fig. 03).

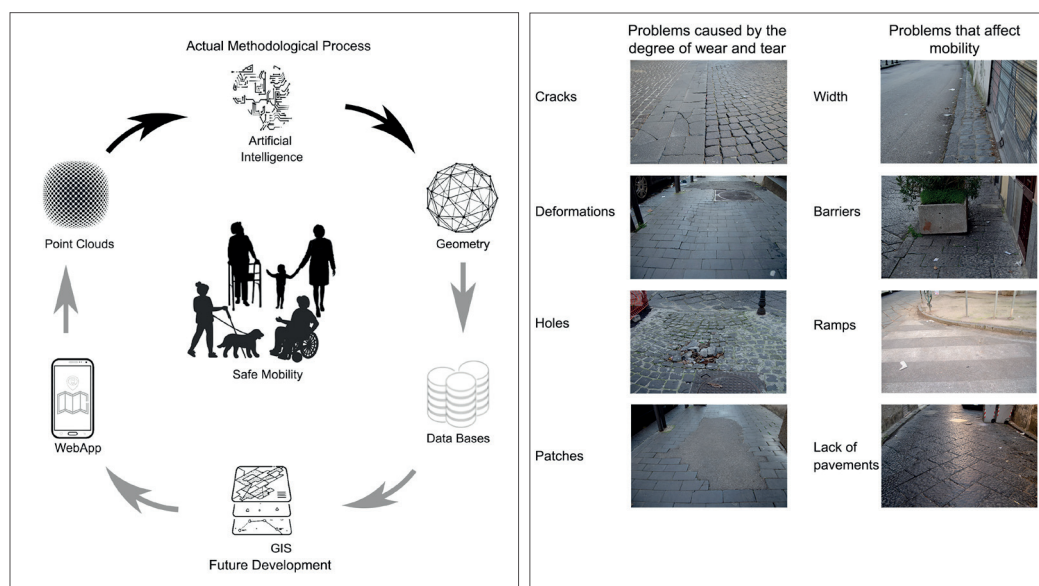



Fig. 02. Situazione attuale del processo e sviluppi futuri. Immagine dell'autore.

Fig. 03. Problemi di deterioramento e di progettazione dei percorsi pedonali. Immagine dell'autore.

Processo metodologico: dal pixel al dato

Il lavoro di sperimentazione è stato sviluppato secondo tre fasi principali. La prima fase è stata orientata all'acquisizione dei dati, supportata da un precedente analisi tipologico della pavimentazione. La seconda fase è stata orientata all'analisi del dato acquisito e allo sviluppo di un procedimento semi-automatico per estrarre gli elementi costitutivi della pavimentazione dell'area campione con l'utilizzo del software CloudCompare L'ultima fase ha riguardato l'estrazione, per mezzo di algoritmi di segmentazione e classificazione, degli elementi puntuali di degrado della pavimentazione con il software eCognition (fig. 04).
La prima fase ha visto l'acquisizione dei dati attraverso un rilievo fotogrammetrico effettuato da cui sono state ottenute immagini con una dimensione millimetrica del GSD (*Ground Sample Distance*) [Sanz 2018, p. 1606]. La rilavorazione di quest'ultime ha consentito di ottenere una nuvola di punti densa, analizzata in CloudCompare, per estrarre semi-automaticamente gli elementi costitutivi della pavimentazione. Per raggiungere tale scopo è stato impostato per interpolazione un piano orizzontale alla superficie della pavimentazione, valutando le distanze della nuvola di punti. Con l'ausilio del diagramma di distanza, l'area di lavoro è stata ridotta ad una quota compresa tra -0,5 e 0,5 cm, separando i punti non confacenti la pavimentazione (fig. 05). A seguire è stato creato un *Raster* in formato tif esportato in eCognition per le elaborazioni che hanno riguardato l'ultima parte del processo.

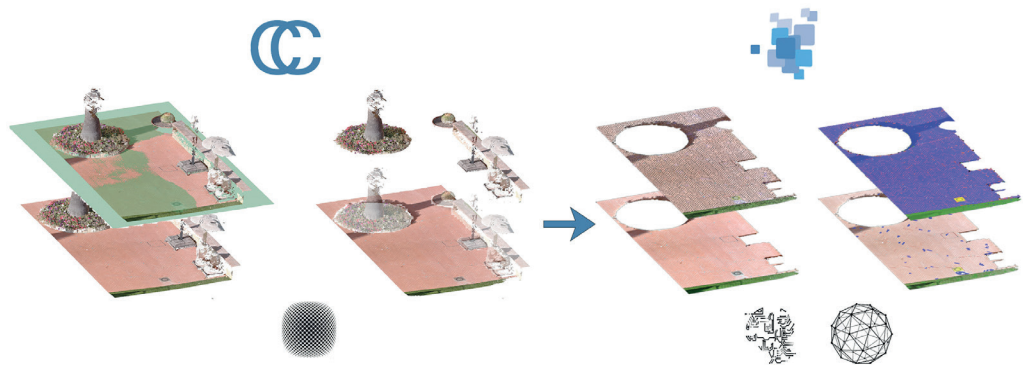



Fig. 04. Schema metodologico. Immagine dell'autore.

Attraverso un processo di segmentazione multirisoluzione, il quale consiste nella fusione di pixel con i loro vicini, sulla base di criteri di omogeneità relativa. Questo criterio di omogeneità relativa non è altro che una combinazione di criteri spettrali e di forma, che misura quanto un pixel dell'immagine sia omogeneo o eterogeneo con altro. L'omogeneità spettrali (colore) si basa sulla deviazione standard dei colori spettrali, in cambio, l'omogeneità della forma si basa sulla deviazione di una forma compatta, in quest'ultimo caso si possono assegnare valori fino a 0,9 che stabiliscono il grado di influenza che la forma può avere sulla segmentazione rispetto al colore. Altro parametro importante per la segmentazione è la scala, il quale dà luogo al livello di segmentazione della immagine, in pezzi più piccoli e, per conseguente più adatti agli elementi presenti nella immagine. Stabilire un parametro ideale che ci permetta di selezionare gli elementi di interesse è fondamentale in tutto il processo.
A seguire, per studiare gli elementi più in dettaglio, è stata effettuata una classificazione supervisionata, per raggruppare i segmenti previamente ottenuti dal processo di segmentazione, in classi omogenee, utilizzando l'algoritmo k-nearest [Ni 2009, pp. 1976-1987].
In particolare, sono stati stabiliti dapprima i parametri con cui le classi si posano identificate tra di loro, attraverso l'algoritmo *Nearest Neighbour Classification* [Rico 2019, p. 85], il quale utilizza un insieme di campioni di classi diverse per assegnare valori di appartenenza a ciascuna di esse. Le assegnazioni di classe sono nell'intervallo da 0 (nessuna assegnazione) a 1 (assegnazione completa). Questo processo è calcolato nell'equazione in figura 06.

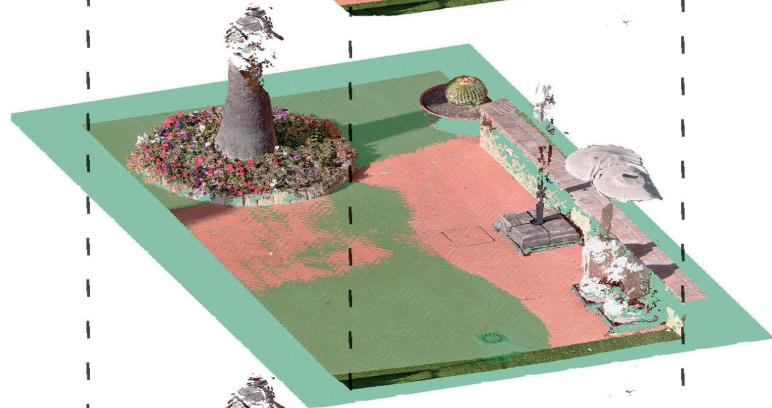
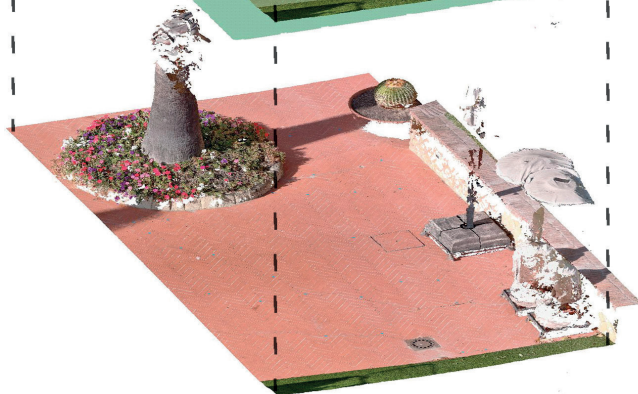



Fig. 05. Procedura per estrarre la pavimentazione da una nuvola di punti. Immagine dell'autore.

Per eseguire questo processo è stato dapprima addestrato il sistema sulla base di alcuni oggetti o classi campione, per poi classificare l'intera immagine sulla base dei campioni più vicini.
Le classi assegnate per questo erano divise in fessure, erba, Masselli, oggetti, altro e non classificato.
Una volta che la selezione dei campioni di classe è stata fatta, il processo di classificazione viene effettuato su tutta l'immagine, dove qualsiasi errore nell'auto-assegnazione di qualsiasi oggetto classificato alla sua classe corrispondente deve essere corretto, fino ad ottenere il risultato atteso (fig. 07).

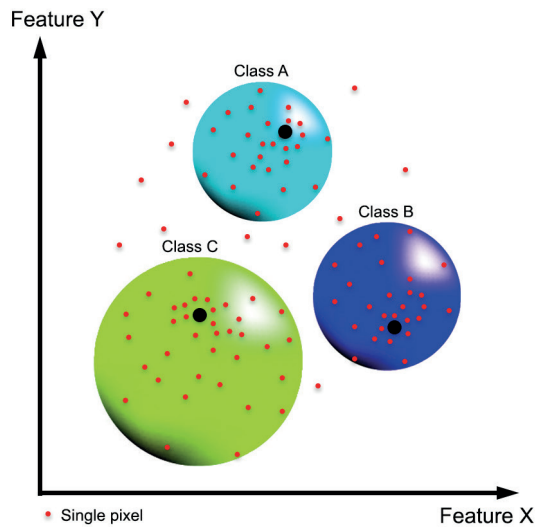



Fig. 06. Algoritmo di classificazione Nearest Neighbour e schema di assegnazione delle classi rappresentative. Immagine dell'autore.

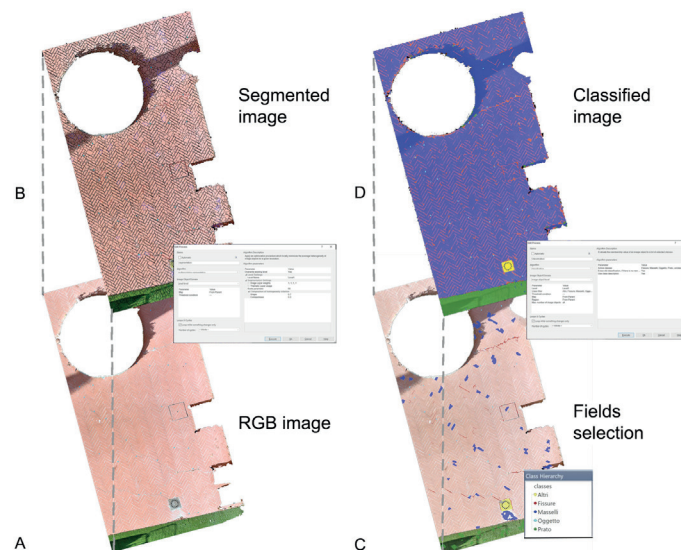



Fig. 07. Processo di segmentazione e classificazione: a) immagine in formato RGB; b) immagine segmentata; c) selezione dei campioni per la classificazione; d) immagine classificata. Immagine dell'autore.

Conclusioni e sviluppi futuri

In linea con gli obiettivi e le mete proposte globalmente per lo sviluppo delle città in modo sostenibile, nuovi approcci del disegno e della rappresentazione digitale giocano un ruolo cardinale, come questo lavoro mira a descrivere, in relazione alla possibilità di creare le basi per l'analisi semi-automatica dei problemi quotidiani che si possono trovare sui percorsi pedonali. Si è voluto mostrare come un intervento preventivo sui problemi specifici può contribuire a evitare grandi difficoltà, quindi, mantenere un registro di questi e allo stesso tempo conoscere il grado di deterioramento dei percorsi in tempo reale, permetterebbe di intervenire in modo momentaneo. Infatti, la metodologia proposta permette l'estrazione di segni di usura su una pavimentazione, che possono essere registrati e analizzati in qualsiasi momento per interventi futuri, se necessario, e crea anche la base per altri processi, come la creazione di database geo-referenziati, che possono essere combinati con processi più interattivi e visivi come un webGIS o App. Questi permetterebbero non solo agli enti incaricati del ripristino dei percorsi di avere un controllo costante delle loro infrastrutture, ma anche agli utenti che vogliono accedervi di conoscere lo stato di conservazione e sicurezza delle stesse.

Riferimenti bibliografici

CIVITAS (2020). *Sustainable and smart mobility for all.* < http://civitas.eu/page- awards-main> (consultato il 28 febbraio 2022).

D'Agostino, P. (2013). *Morfologia e tecnologia delle pavimentazioni. Note tecniche per l'ingegneria civile ed edile*. Università di Salerno, Fisciano. 84-85.

Europea, C. (2014). Azione per il clima. Unione Europea.
<https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it> (consultato il 15 febbraio 2022).

European Commission. (2011). *Employment, social affairs & inclusion.*
<https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1141> (Consultato il 5 marzo 2022).

Greco, A. (2021). Risalcimento danni caduta marciapiede: ultime sentenze.
<https://www.laleggepertutti.it/456640_risarcimento-danni-caduta-marciapiede- ultime-sentenze> (consultato il 04 febbraio 2022).

ISTAT (2019). *Conoscere il mondo della disabilità.* Atti Convegno Auditorium INAIL, Roma 3 dicembre 2019.

Luo, H., et al. (2021). Boundary- Aware graph Markov neural network for semiautomated object segmentation from point clouds. In I*nternational Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,* 104.

Mendzina, E., Vugule, K. (2020). Importance and planning of pedestrian streets in urban environment. In *Landscape architecture* and art, 80.

Minaee, S., et al. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. In *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*.

D'Agostino, P., et al. (2021). Approccio Lidar-Based per la gestione dei paesaggi terrazzati. In *Vecchi problemi e nuove soluzioni. I terrazzamenti della Costa d'Amalfi, Special Issue of Sustainable Mediterranean Construction.* Napoli: Luciano Editore.

Martínez Chao, T. E. (2021). Analysis and representation of accessibility parameters of urban open spaces. In *Sustainable mediterranean construction,* 14, 222–226.

Ni, K. S., Nguyen, T. Q. (2009). An adaptable k -nearest neighbors algorithm for MMSE image interpolation. In I*EEE transactions on image processing,* 18(9), 1976- 1987.

Paolini, M. C. (2020) I numeri della disabilità in Italia.
<https://www.lenius.it/disabilita-in-italia/> (consultato il 5 marzo 2022).

Papa, L. M. (2002). *Disegno e disegni dei percorsi urbani.* Università degli studi di Napoli, Federico II, Napoli. 66.

Rico-Juan, J. R., Valero-Mas, J. J., Calvo-Zaragoza, J. (2019). Extensions to rank- based prototype selection. In *k-Nearest Neighbour classification. Applied Soft Computing*, 85.

Sanz-Ablanedo, E., et al. (2018). Accuracy of unmanned aerial vehicle (UAV) and SfM photogrammetry survey as a function of the number and location of ground control points used. In *Remote Sensing,* 10(10), 1606.

United Nations. (2020). *Take action for the sustainable development goals.*
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals> (consultato il 4 marzo 2022).

Autore
Tomás Enrique Martínez Chao, Università degli Studi di Napoli "Federico II", tomasenrique.martinezchao@unina.it

Per citare questo capitolo: Martínez Chao Tomás Enrique (2022). Processi di segmentazione e classificazione di viabilità urbana tra analisi ed accessibilità/Segmentation and classification processes of urban roads between analysis and accessibility. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/ Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 2645-2660.

 Isbn 9788835141938

Segmentation and classification processes of urban roads between analysis and accessibility

Tomás Enrique Martínez Chao

Abstract

The international community and sustainable development associations are asking the scientific community to create alternatives to promote progress, safety and accessibility for people in cities. In this direction, the disciplines of design and digital representation, like many other fields, have new approaches and instruments that are capable of contributing the achievement of these goals, and in turn creating new and better options for the sake of technological and information development. For this reason, this work proposes an experimental methodology where, with the use of algorithms for image segmentation and classification, it is possible to extract information about the surface texture of pavements in urban paths, with the aim of implementing a broader research oriented to the creation of information platforms for both, institutions and users, who intend to use pedestrian paths, with the aim of promoting a more healthy way of living, safe mobility and a universal and inclusive access to public spaces, specially pedestrian, through the integrated use of technologies for information acquisition, analysis and sharing.

Keywords
Segmentation, classification, urban routes, point clouds, artificial intelligence

Safe and inclusive mobility.
Image by the author.

doi.org/10.3280/oa-832-c164

Introduzione: the design as a tool for the analysis and interpretation of routes

"Un percorso urbano, […] è strettamente connesso alle condizioni ambientali di carattere immateriale, non solo fisiche e volumetriche. Basti pensare alle diverse sensazioni che proviamo percorrendo una stessa strada di giorno o di notte […] sia che ci muoviamo in macchina, sia che andiamo invece a piedi, percepiamo con chiarezza una diversa forma urbana" [Papa 2002, p. 66]. Thus, is how Cardone refers to urban routes, for which the interpretation between space and public relations for the well-being of people becomes a qualifying element. Whether we are dealing with driveways or with paths specifically intended for pedestrian walkability, roads should be part of the environment and of these relationships by configuring themselves as a space that motivates them to interact with the environment of the cities [Mendzina 2020, p. 80]. Accepting the previously reported notion, it is possible to understand the role that road infrastructure plays in the analysis and study of routes so as to form a fundamental part in the process of reconstruction and control of these.
On the other hand, the control and action that needs to be put in place at the level of the infrastructure, if on the one hand it makes it possible to prolong the useful life of the superstructure itself, also has an impact on improving the safety of those who use it. Precisely, in works dedicated to urban mobility, it is therefore necessary not only to monitor usage and deterioration over time, but also to address any design actions aimed at upgrading and modernization. Moreover, paying attention to the fraction of road sections dedicated to pedestrian mobility, it is also worth noting how, with the growth of cities and the increase of their population, the number of paths dedicated exclusively to pedestrians seems to be under dimensioned and should be increased, to the point of meeting a series of requirements that allow them to maintain an adequate transitability and safety for everyone, regardless of their physical condition. Moreover, this type of analysis is in line with the goals proposed by the United Nations [United Nations 2020], the Addis Ababa Action Agenda of the Third International Conference on Financing for Development and the Paris Agreement, according to which they establish strategies for sustainable development. Where the transformation of cities into sustainable and safe areas for all is one of the foundations of development towards a better way of life around the world. With this in mind, this article aims to describe a methodology to analyze the condition of pedestrian routes in order to improve pedestrian safety and at the same time accelerate rehabilitation measures.

The development of urban routes. Actuality and related challenges

The growing necessity for a substantial change of urban spaces, understood as an effective component to the solution of social inequalities and degradation of the current reality, presents unprecedented challenges to the international community. In the European Union as well as in the rest of the world, gender and territorial inequalities, as well as the inclusion of all stereotypes of people, regardless of their physical condition, gender or age, manifest themselves as a problem to be solved. Moreover, these needs become more significant considering that about 3.5 billion people today live in cities, a figure that is expected to rise to 5 billion by 2030, and it is estimated that 95% of urban territory will increase in the coming decades. This may require reinventing the city or, at any rate, new strategies to maintain its performance requirements for community use. Faced with these challenges, the 193 United Nations Member States, together with a large number of actors from civil society, academia and the private sector, engaged in a democratic, open and participatory negotiation process, finalized in the 2030 Agenda, with its 17 Sustainable Development Goals and 169 targets, proclaimed in September 2015. The 2030 Agenda, presents, in summary, an ambitious vision of sustainable development and integrates its economic, social and environmental dimensions. With regard to action on urban spaces and their connecting networks, it becomes crucial to refer to the achievement of part of Goal 11 (Sustainable Cities and Communities), which focuses on making cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable: in fact, it is a specific reference to urban pathways and open spaces.

In addition, associations such as the Access City Award that recognizes and celebrates a city's willingness, ability and efforts to become more accessible in order to ensure equal access to basic rights; improve the quality of life of its population; and ensure that everyone, regardless of age, mobility or ability, has equal access to all the resources and pleasures that cities have to offer [European Commission 2011], or that of CIVITAS [CIVITAS 2020], where one of its thematic areas is Active Mobility, which consists of motivating citizens to choose to walk and cycle and thus contribute to achieving the sustainability goals described in the European Green Pact [European 2014]. These associations helped us to identify the specific area of interest, in this case urban mobility, accessibility, inclusion and safety. But we cannot talk about this type of mobility if we do not take into account the most vulnerable people (women, children, people with disabilities, and the elderly), as emphasized in Target 7 of the aforementioned Objective 11 (fig. 01). Bearing in mind that about 87 million people suffer from some form of disability in the EU and that its population is also aging, and that in Italy alone there are about 3 million people with disabilities, half of whom are over 75 years old, it is clear that these new and now no longer emerging categories of users impose new design paradigms even at the urban scale, as well as new indicators that impose themselves on the attention and monitoring of the quality of architectural and engineering works that are part of the daily life of communities.

Fig. 01. Associations for safe mobility. Image by the author.

In this sense, studies on the quality of life of people with disabilities, at least those that can be measured in terms of satisfaction, depend on the level of activity and participation they experience in their daily lives. Participation in cultural life or visits to museums and public places have a significant positive effect on the most vulnerable people, be they children, the elderly or people with disabilities [ISTAT 2019]. This inclusion in daily life is conditioned by factors related to architectural barriers, the lack of universal accessible paths or simply the failure to respect the minimum characteristics that a public place must have to be inclusive and safe for all, affecting the social inclusion of these people [Paolini 2020].
Configured in fact as 'diffuse architectural barriers', the level of degradation of pedestrian paths is in many cases one of the fundamental causes of road accidents by soft users [Greco 2021], as well as the poor transit condition and, in some cases, the non-existence of these paths leads to poor traffic fluidity for people with some degree of disability or elderly people who need special attention and a more open interaction with the surrounding environment.

However, this problem does not only remain a critical issue for users, but it also becomes a participatory element of public spending by public bodies and managers of spaces, since the responsibilities for these problems are recorded, in the case of Italy, specifically within the Civil Code, ex article 2051, according to which it is the responsibility of the municipality and/or the entity responsible for the maintenance and care of the state of the paths in case of accidental damage.
All in all, it can be concluded that, while urban pathways are defined as a public space that promotes the health and well-being of all, but especially of the most vulnerable people, paying special attention to their safety, walkability and inclusiveness would contribute to the goal of achieving sustainability in cities, where the use of new technologies contributes in a direct form in the realization of this goal.

The new technologies use for the study of urban routes

In response to the critical issues highlighted above on this topic, experimentation was initiated to implement new technologies for acquiring, analyzing and sharing information, in order to promote universal and inclusive access to pedestrian infrastructure and public spaces of interest. The integration of different detection methodologies formed the basis for developing an algorithmic analysis in the field of artificial intelligence. From the analysis of the conditions of walkability and usability from the design point of view, structural conditions and safety, classes are to be extracted and, from these, with the help of geographic information systems, georeferenced databases are to be created, from which the decision-making process can be facilitated when intervening or using a particular route (fig. 02).
Specifically, the research work lays the methodological and operational foundations for the semi-automatic interpretation, through segmentation algorithms [Luo 2021, p. 104; Minaee 2021; D'Agostino 2021] and classification of point clouds [Martínez 2021] and images, of the constituent elements of urban and pedestrian routes in order to identify their typological and degradation characteristics. In particular, as a first prototype element, a pavement made of rectangular self-locking concrete blocks arranged in a herringbone pattern was examined. [D'Agostino 2013, pp. 84-85]. In comparison with the urban routes examined, these paving stones showed specific deteriorations such as holes, cracks, deformations and patches, in addition to the limited extension of the routes with the presence of architectural barriers that prevent or limit the movement or use of users with motor disabilities (fig. 03).

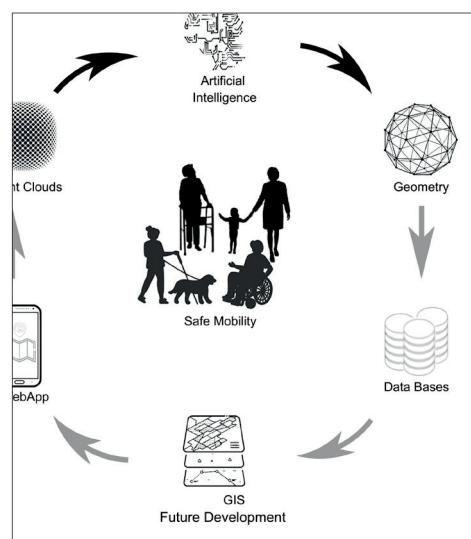
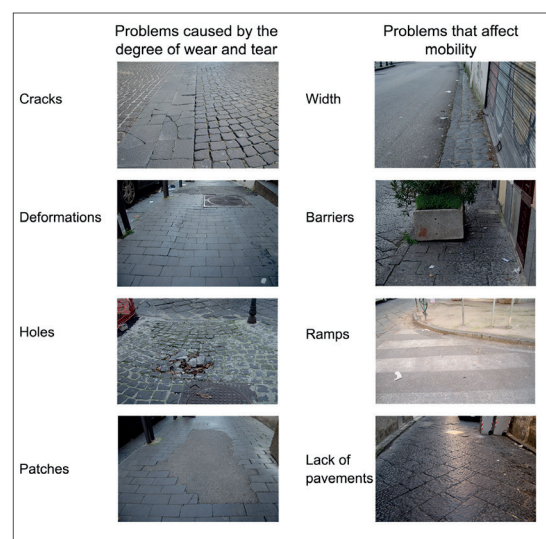



Fig. 02. Current status of the process and future developments. Image by the author.

Fig. 03. Problems of deterioration and design of footpaths. Image by the author.

Methodological process: from pixel to data

The experimental work was developed in three main phases. The first phase was oriented towards the acquisition of data, supported by a previous typological analysis of the pavement. The second phase was oriented towards the analysis of the acquired data and the development of a semi-automatic procedure to extract the constituent elements of the pavement of the sample area with the use of CloudCompare software. The last phase involved the extraction, through segmentation and classification algorithms, of the punctual elements of pavement degradation with the eCognition software (fig. 04).
The first phase saw the acquisition of data through a photogrammetric survey carried out from which images with millimeter dimensions of the GSD (Ground Sample Distance) were obtained [Sanz 2018, p. 1606]. The reprocessing of the latter allowed obtaining a dense point cloud, analyzed in CloudCompare, to semi-automatically extract the constituent elements of the pavement. To achieve this, a horizontal plane was interpolated to the pavement surface, evaluating the distances in the point cloud. With the help of the distance diagram, the working area was reduced to a height of -0.5 to 0.5 cm, separating the points that did not correspond to the pavement (fig. 05). A raster was then created in tif format and exported to eCognition to process the last part of the process.

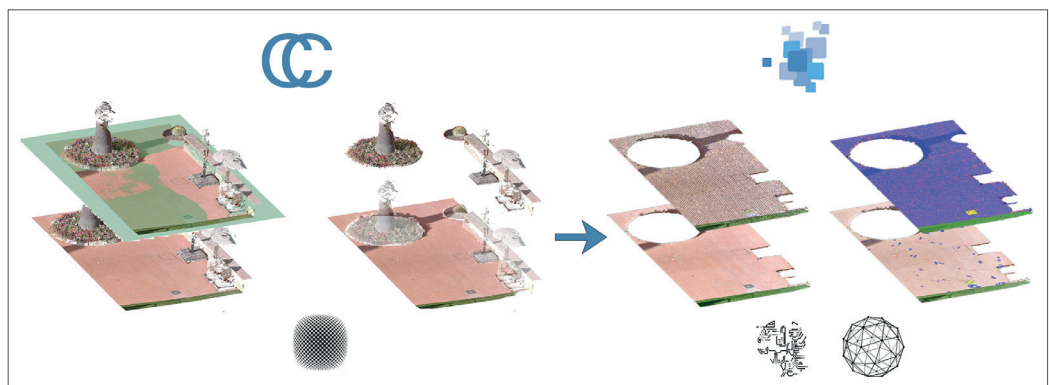



Fig. 04. Methodological outline. Image by the author.

Through a multiresolution segmentation process, which consists of merging pixels with their neighbors, based on relative homogeneity criteria. This relative homogeneity criterion is nothing more than a combination of spectral and shape criteria, which measures how homogeneous or heterogeneous one pixel in the image is with another. Spectral (color) homogeneity is based on the standard deviation of spectral colors, in return, shape homogeneity is based on the deviation of a compact shape, in the latter case values up to 0.9 can be assigned, which establish the degree of influence shape can have on segmentation with respect to color. Another important parameter for segmentation is the scale, which gives rise to the level of segmentation of the image, into smaller pieces and therefore more suitable for the elements in the image. Establishing an ideal parameter that allows us to select the elements of interest is fundamental throughout the process.
Subsequently, to further study the elements, a supervised classification was carried out, to group the segments previously obtained from the segmentation process, into homogeneous classes, using the k-nearest algorithm [Ni 2009, pp. 1976-1987]. In particular, the parameters by which the classes are posed to identify each other were first established, through the Nearest Neighbor Classification algorithm [Rico 2019, p. 85], which uses a set of samples from different classes to assign membership values to each of them. The class assignments are in the range of 0 (no assignment) to 1 (complete assignment). This process is calculated from the following equation in figure 06.

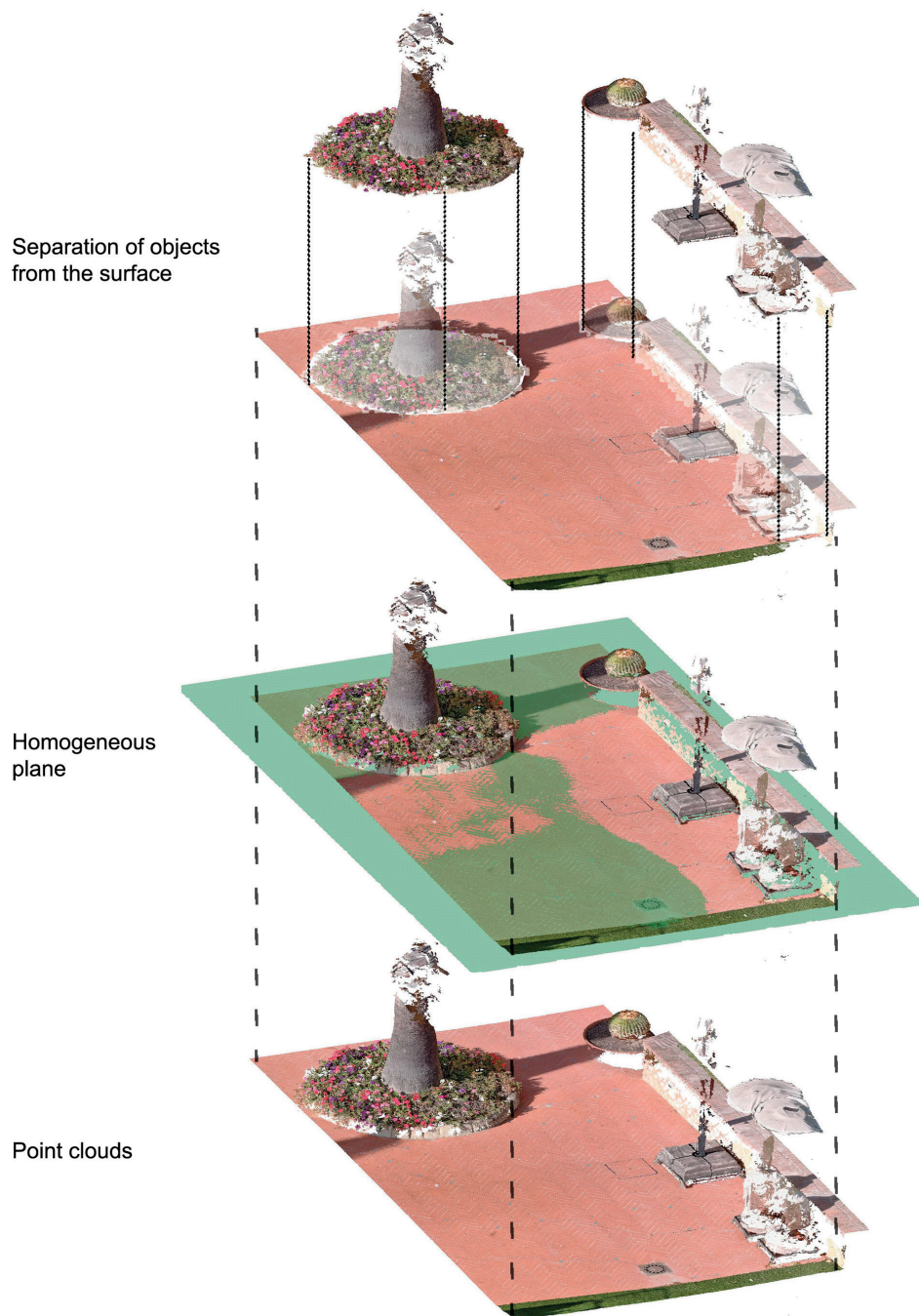



Fig. 05. Procedure for extracting the pavement from a point cloud. Image by the author.

To perform this process, the system was first trained on the basis of a few sample objects or classes and then classified the entire image on the basis of the closest samples. The classes assigned for this were divided into cracks, grass, boulders, objects, other and unclassified.

Once the class samples have been selected, the classification process is carried out on the whole image, where any error in the self-assignment of any classified object to its corresponding class has to be corrected, until the expected result is obtained (fig. 07).

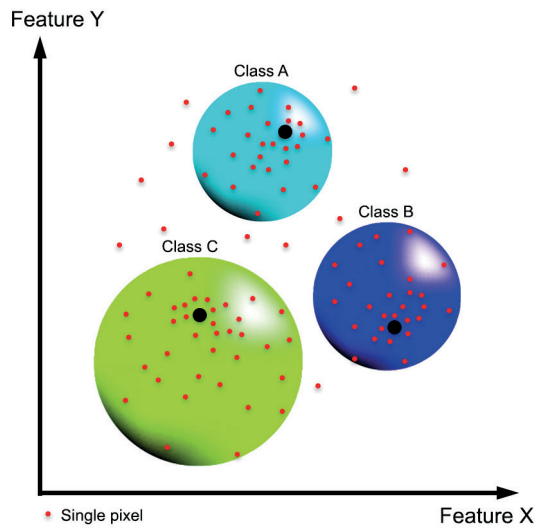



Fig. 06. Nearest Neighbor classification algorithm and representative class assignment scheme. Image by the author.

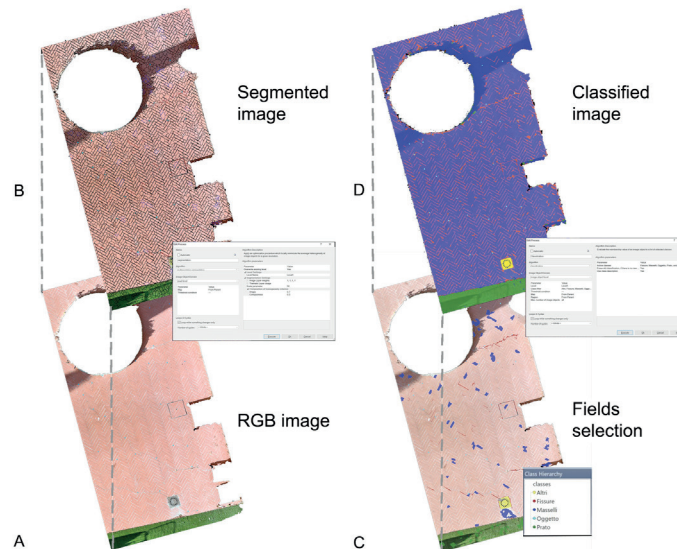



Fig. 07. Segmentation and classification process: a) RGB image; b) segmented image; c) selection of samples for classification; d) classified image. Image by the author.

Conclusion and future developments

In line with the objectives and targets proposed at global level for the development of cities in a sustainable way, new approaches to digital design and representation play a cardinal role, as this work aims to describe, in relation to the possibility of creating the basis for the semi-automatic analysis of everyday problems that can be found on pedestrian routes. We wanted to show how preventive intervention on specific problems can help to avoid major difficulties, so keeping a record of these and, at the same time, knowing the degree of deterioration of the paths in real time would allow momentary intervention. In fact, the proposed methodology allows the extraction of signs of wear and tear of a pavement, which can be recorded and analyzed at any time for future intervention, if necessary, and also creates the basis for other processes, such as the creation of geo-referenced databases, which can be combined with more interactive and visual processes such as a webGIS or App. These would allow not only the bodies in charge of restoring the routes to have constant control of their infrastructure, but also the users who want to access it to know the state of conservation and security of the same.

References

CIVITAS (2020). *Sustainable and smart mobility for all.* < http://civitas.eu/page- awards-main> (consultato il 28 febbraio 2022).

D'Agostino, P. (2013). *Morfologia e tecnologia delle pavimentazioni. Note tecniche per l'ingegneria civile ed edile*. Università di Salerno, Fisciano. 84-85.

Europea, C. (2014). Azione per il clima. Unione Europea.
<https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it> (consultato il 15 febbraio 2022).

European Commission. (2011). *Employment, social affairs & inclusion.*
<https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1141> (Consultato il 5 marzo 2022).

Greco, A. (2021). Risalcimento danni caduta marciapiede: ultime sentenze.
<https://www.laleggepertutti.it/456640_risarcimento-danni-caduta-marciapiede- ultime-sentenze> (consultato il 04 febbraio 2022).

ISTAT (2019). *Conoscere il mondo della disabilità.* Atti Convegno Auditorium INAIL, Roma 3 dicembre 2019.

Luo, H., et al. (2021). Boundary- Aware graph Markov neural network for semiautomated object segmentation from point clouds. In I*nternational Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,* 104.

Mendzina, E., Vugule, K. (2020). Importance and planning of pedestrian streets in urban environment. In *Landscape architecture* and art, 80.

Minaee, S., et al. (2021). Image segmentation using deep learning: A survey. In *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*.

D'Agostino, P., et al. (2021). Approccio Lidar-Based per la gestione dei paesaggi terrazzati. In *Vecchi problemi e nuove soluzioni. I terrazzamenti della Costa d'Amalfi, Special Issue of Sustainable Mediterranean Construction.* Napoli: Luciano Editore.

Martínez Chao, T. E. (2021). Analysis and representation of accessibility parameters of urban open spaces. In *Sustainable mediterranean construction,* 14, 222–226.

Ni, K. S., Nguyen, T. Q. (2009). An adaptable k -nearest neighbors algorithm for MMSE image interpolation. In I*EEE transactions on image processing,* 18(9), 1976- 1987.

Paolini, M. C. (2020) I numeri della disabilità in Italia.
<https://www.lenius.it/disabilita-in-italia/> (consultato il 5 marzo 2022).

Papa, L. M. (2002). *Disegno e disegni dei percorsi urbani.* Università degli studi di Napoli, Federico II, Napoli. 66.

Rico-Juan, J. R., Valero-Mas, J. J., Calvo-Zaragoza, J. (2019). Extensions to rank- based prototype selection. In *k-Nearest Neighbour classification. Applied Soft Computing*, 85.

Sanz-Ablanedo, E., et al. (2018). Accuracy of unmanned aerial vehicle (UAV) and SfM photogrammetry survey as a function of the number and location of ground control points used. In *Remote Sensing,* 10(10), 1606.

United Nations. (2020). *Take action for the sustainable development goals.*
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals> (consultato il 4 marzo 2022).

Author
Tomás Enrique Martínez Chao, Università degli Studi di Napoli "Federico II", tomasenrique.martinezchao@unina.it

To cite this chapter: Martínez Chao Tomás Enrique (2022). Processi di segmentazione e classificazione di viabilità urbana tra analisi ed accessibilità/ Segmentation and classification processes of urban roads between analysis and accessibility. In Battini C., Bistagnino E. (a cura di). *Dialoghi. Visioni e visualità. Testimoniare Comunicare Sperimentare. Atti del 43° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Dialogues. Visions and visuality. Witnessing Communicating Experimenting. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers.* Milano: FrancoAngeli, pp. 2645-2660.

Isbn 9788835141938